



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 101 60 233 A 1**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 02 B 6/26**  
G 02 F 1/01

(21) Aktenzeichen: 101 60 233.2  
(22) Anmeldetag: 7. 12. 2001  
(43) Offenlegungstag: 26. 6. 2003

(71) Anmelder:  
Schleifring und Apparatebau GmbH, 82256  
Fürstenfeldbruck, DE  
  
(74) Vertreter:  
Dr. Münich & Kollegen, 80689 München

(61) Zusatz zu: 101 06 297.4

(72) Erfinder:  
Schilling, Harry, 91166 Georgensgmünd, DE; Lohr,  
Georg, 82223 Eichenau, DE

(55) Entgegenhaltungen:

DE	43 29 914 A1
DE	43 14 031 A1
DE	41 24 863 A1
DE	39 38 321 A1
US	47 33 929
US	43 71 897
US	40 81 672
EP	08 19 971 A2
WO 9	904 04 309 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- (54) Vorrichtung zur Übertragung optischer Signale unter seitlicher Ankopplung an Lichtwellenleiter  
(57) Beschrieben wird ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Übertragung optischer Signale. Ein Lichtwellenleiter mit einem lichtleitenden Kern, der mit Beschichtungen versehen ist, die zu einer Reflexion des im lichtleitenden Kern geführten Lichtes führen, umfasst mindestens ein Mittel zur seitlichen Ankopplung von Sender bzw. Empfänger durch Streuung.

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung beziehungsweise ein Verfahren zur optischen Signalübertragung. Hierzu erfolgt die ein- bzw. Auskopplung von Licht an unterschiedlichen Stellen eines Lichtwellenleiters.

## Stand der Technik

[0002] Zur optischen Signalübertragung, insbesondere zwischen gegeneinander beweglichen Teilen, sind verschiedene Übertragungstechniken bekannt. Um die hohen Anforderungen an Bandbreite, bis in den GBaud-Bereich, wie sie bei modernen Kommunikationssystemen gefordert sind, ist das zweckmäßigste Medium zum Transport des Lichtes ein Lichtwellenleiter. Üblicherweise erfolgt die ein- bzw. Auskopplung von Licht bei derartigen Lichtwellenleitern ausschließlich an den Enden. Um nun eine Übertragung von unterschiedlichen Positionen oder sogar zwischen gegeneinander bewegten Einheiten zu ermöglichen, ist es notwendig an unterschiedlichen Positionen der Lichtwellenleiter Licht ein- bzw. auszukoppeln. So kann beispielsweise Licht längs des Lichtwellenleiters an beliebigen Stellen eingekoppelt und an mindestens einem Ende des Lichtwellenleiters wieder ausgekoppelt werden. Ebenso kann das Licht an einem oder an beiden enden eingekoppelt und an einer oder mehreren Positionen längs des Lichtwellenleiters ausgekoppelt werden. Besonders vorteilhaft wäre die Möglichkeit der ein- bzw. Auskopplung an beliebigen Positionen. Moderne Datenübertragungssysteme basieren meistens auf einer bidirektionalen Datenkommunikation. Daher sollte das zugrunde liegende die Übertragungssystem auch für bidirektionale Übertragung geeignet sein. Weiterhin wäre es wünschenswert, wenn die Bewegung der Einheiten zueinander mit relativ hoher Geschwindigkeit, beispielsweise im Bereich von einigen m/s erfolgen könnte. Damit wären derartige Übertragungssysteme beispielsweise in modernen Computertomographen einsetzbar. Da bei diesen hohen mechanischen Geschwindigkeiten eine kontaktierende Übertragung, bei der die optischen Komponenten von Rotor und Stator mechanischen Kontakt miteinander stehen, kaum mehr realisierbar ist, sollte die Übertragung auch berührungslos erfolgen. Weiterhin sollte eine solche Übertragung auch weitgehend unempfindlich gegenüber mechanischen Toleranzen sein. Dadurch lassen sich bei hoher Zuverlässigkeit die Systemkosten niedrig halten.

[0003] Zu einer solchen ein- bzw. Auskopplung von Licht bei Lichtwellenleitern sind verschiedene Vorrichtungen bzw. Verfahren bekannt.

[0004] In der DE 28 46 526 C2 ist ein Röntgengerät veröffentlicht, das einen ringsförmigen Lichtwellenleiter aufweist. Entlang der Außenkontur des Lichtwellenleiters wird eine Lichtquelle bewegt. Zur Umlenkung der senkrecht in den Lichtwellenleiter eingekoppelten Strahlung in Längsrichtung des Lichtwellenleiters sind auf der Innenseite des Lichtwellenleiters Stufen vorgesehen. Diese sind über den gesamten Umfang des Lichtwellenleiters verteilt. Die Wirkung der Stufen ist reziprok, so dass diese auch wieder Licht aus dem Lichtwellenleiter auskoppeln. Dadurch ergibt sich für das Licht, das sich entlang des Lichtwellenleiters zum Empfänger ausbreitet eine hohe Durchgangsdämpfung. Um in diesem Falle überhaupt eine sinnvolle Übertragung zu erreichen muss eine sehr leistungsfähige Lichtquelle mit entsprechend hohen Kosten eingesetzt werden.

[0005] Ein weiteres Verfahren ist in der EP 0766890 veröffentlicht und basiert auf der Anwendung von fluoreszier-

renden Farbstoffen, welche in den Lichtwellenleiter eingebracht sind. Bei Bestrahlung von außen werden diese Farbstoffe nun selbst zu einer Lichtemission durch Fluoreszenz angeregt. Das so emittierte Licht kann nun längs des Lichtwellenleiters geführt werden und an einem Ende des Lichtwellenleiters ausgewertet werden.

[0006] Diese Verfahren hat den Nachteil, dass einerseits die Übertragung nur in einer Richtung möglich ist, d. h. es kann Licht ausschließlich von außen in den Lichtwellenleiter eingekoppelt werden und andererseits eine häufig nicht akzeptable Begrenzung der Bandbreite durch die langen Zeitkonstanten des Fluoreszenzfarbstoffes erfolgt.

[0007] Eine wesentlich wirkungsvolleres und breitbandigeres Verfahren ist in der internationale Veröffentlichung WO 99/04309 beschrieben. Hierin ist auf der Oberfläche des Lichtwellenleiters eine photorefraktive Schicht aufgebracht. Mit Hilfe einer kohärenten Lichtquelle wird durch Stahlüberlagerung am Ort der Licht ein Kopplung ein optisches Gitter in diese photorefraktive Schicht dynamisch eingeprägt. Dieses Gitter ist so ausgestaltet, dass es Beugungseigenschaften für das zur Signalübertragung verwendete Licht besitzt. Hiermit ist nun eine äußerst breitbandige Einkopplung in den Lichtwellenleiter möglich, dar keine die Bandbreite begrenzenden Komponenten im optischen Pfad vorhanden sind. Der wesentliche Nachteil dieses Verfahrens ist, dass die derzeit bekannten photorefraktiven Schichten sehr große Zeitkonstanten besitzen, so dass eine schnelle Bewegung der Einkoppelstelle entlang des Lichtwellenleiters nicht möglich ist. Ein anderer, häufig noch bedeutsamerer Nachteil ist der hohe Aufwand und die hohen Kosten zur Fertigung bzw. Ausprägung der photorefraktiven Schichten auf die Lichtwellenleiter. Zudem besitzen derartige photorefraktive Schichten eine begrenzte Lebensdauer, so dass sie kaum in anspruchsvollen, professionellen Anwendungen, bei denen die Gerätelebensdauererwartungen über zehn Jahre liegen, einsetzbar sind.

## Darstellung der Erfindung

[0008] Es stellt sich daher die Aufgabe, eine Vorrichtung beziehungsweise ein Verfahren zur breitbandigen Ein- bzw. Auskopplung von Licht in Lichtwellenleiter anzugeben, wobei die Position der Ein- bzw. Auskopplung mit hoher Geschwindigkeit veränderbar ist und gleichzeitig mit relativ geringen Systemkosten eine hohe Zuverlässigkeit bzw. hohe Lebensdauer erreicht werden kann.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Mitteln gelöst. Vorteilhafte Weiterbildung in der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen weiteren Ansprüche.

[0010] Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung zur Übertragung optischer Signale, welche mindestens einen Lichtleiter, mindestens eine Quelle zur Aussendung von Licht, mindestens ein Empfänger zum Empfang von Licht und mindestens ein Mittel zur Ankopplung von Quelle und Empfänger an den Lichtleiter derart gestaltet, dass das bzw. die Mittel zur Ankopplung Streuzentren bzw. zumindest ein Streuzentrum zur Umlenkung des Lichts mittels Streuung umfassen. Zur Streuung des Lichtes sind verschiedene Arten der Streuzentren, wie beispielsweise Partikel eines anderen Materials oder Bereiche eines anderen Zustandes des Kernmaterials, beispielsweise in einer anderen Kristallstruktur oder auch eines anderen Aggregatzustandes, wie beispielsweise kleine Gasblasen in einer Flüssigkeit geeignet.

[0011] Der Lichtleiter besteht aus mindestens einem lichtleitenden Kern, welcher mit mindestens einer Beschichtung versehen ist. Der Kern kann eine beliebige Struktur aufwei-

sen, welche beispielsweise homogen ist, ein Stufenindexprofil aufweist bzw. ein Gradientenindexprofil aufweist. Die Lichtleitung erfolgt durch Reflexionen des im lichtleitenden Kern geführten Lichtes an den Grenzflächen zwischen Kern und Beschichtung bzw. den Beschichtungen selbst. Der Kern selbst ist bevorzugt als fester, lichtleitender Körper wie beispielsweise Glas oder Plexiglas ausgeführt. Ebenso kann er aber auch aus einer Flüssigkeit oder einem gasförmigen Medium bestehen. Die in dieser Schrift verwendeten Begriffe der Quelle bzw. des Empfängers beziehen sich allgemeiner Form auf Lichtquellen bzw. Lichtsenken. Dies können beispielsweise im Falle von Quellen verschiedene Sender in Form von LED, Laserdioden oder auch Glühlampen sein. Ebenso gibt es bezüglich der Empfänger keinerlei Einschränkungen, so dass diese beispielsweise Fotodioden oder auch das menschliche Auge sein können. Als Lichtquelle in Bezug auf die erfundungsgemäße Vorrichtung kann auch jedes Mittel zum Transport von Licht bzw. zur Lichtstrahlführung bzw. -Formung angesehen werden, wie beispielsweise lichtleitende Fasern, die Licht von einer entfernten Lichtquelle zur erfundungsgemäßen Vorrichtung transportieren. Wesentlich für die Erfindung ist, dass Licht von außen eingespeist wird (Quelle) und Licht wieder nach außen abgegeben werden kann (Empfänger).

[0012] Die Ankopplung mit Streuzentren bietet zwar gegenüber einer Ankopplung mit Gittern einen verringerten Wirkungsgrad, dafür ist der technische Aufwand für das gesamte System wesentlich geringer. Eine Kompensation des niedrigeren Wirkungsgrades kann beispielsweise durch Einsatz von leistungsfähigeren Quellen bzw. empfindlicheren Empfängern erfolgen. Dafür sind die Anforderungen an die Genauigkeit der mechanischen und optischen Komponenten wesentlich geringer.

[0013] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Bereich mit Streuzentren in der Beschichtung vorhanden. Bei einer solchen Anordnung wird die Führung des Lichtes im Kern selbst durch die Streuzentren nicht beeinträchtigt. Dennoch ist eine Einkopplung in den Kern des Lichtleiters durch Streuung möglich. Eine Auskopplung ist nur dann möglich, wenn die Streuzentren nahe genug beim Kern angeordnet sind. Durch das Einbetten von Streuzentren in die Beschichtung kann einerseits ein mechanischer Schutz der Streuzentren und andererseits auch eine gegenüber einer Anordnung von Streuzentren an der Oberfläche der Beschichtung verringerte Dämpfung erreicht werden. Auch eine solche Anordnung ist vorteilhaft fertigbar, wenn der Kern in einem eigenen unabhängigen Prozess hergestellt werden muss. Es wird dann in einem zweiten Prozessschritt das Streuzentrum zusammen mit der Beschichtung aufgebracht.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Bereich mit Streuzentren an der Oberfläche der Beschichtung vorgesehen. Mit solchen Streuzentren an der Oberfläche der Beschichtung ist nur eine Einkopplung von Licht in den lichtleitenden Kern möglich. Ein solches Element kann jedoch in Verbindung mit anderen erfundungsgemäßen zur Auskopplung von Licht geeigneten Elementen eingesetzt werden.

[0015] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass mindestens ein Bereich mit Streuzentren in Kern selbst vorgesehen ist. Streuzentren im Kern ermöglichen eine besonders effiziente Einkopplung bzw. Auskopplung von Licht. Allerdings beeinträchtigen Sie die Lichtführung in Kern und verursachen eine Dämpfung des Lichts. Diese Einbettung in den Kern ermöglicht die Herstellung in einem Fertigungsschritt und bietet einen optimalen Schutz vor äußeren Einflüssen.

[0016] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der

Erfindung ist mindestens ein Bereich mit Streuzentren an einer Grenzfläche bzw. der Oberfläche des lichtleitenden Kerns vorgesehen. Durch eine solche Anordnung an einer Grenzfläche des lichtleitenden Kerns ist neben der Lichteinkopplung in den lichtleitenden Kern auch eine Lichtauskopplung möglich. In Kombination mit derartigen Ausgestaltungen ist eine vollständige Übertragung von Licht zwischen einer Quelle und einem Empfänger möglich. Eine Anordnung von Streuzentren an einer Grenzfläche des lichtleitenden Kerns hat gegenüber der Anordnung von Streuzentren an der Außenseite einer Beschichtung den Vorteil der größeren Robustheit und Zuverlässigkeit, da das Streuzentrum hier noch durch eine darüber liegende Beschichtung geschützt wird. Somit ist eine Berührung von außen und Verschmutzung ausgeschlossen. Weiterhin besitzt diese Ausführungsform eine niedrigere Durchgangsdämpfung als eine Anordnung von Streuzentren an der Außenseite einer Beschichtung. So wird senkrecht von außen einfallendes Licht im letzteren Fall, bereits an der Außenseite der Beschichtung durch die Streuzentren in einen schrägen, im Kern führbaren Winkel abgelenkt. Dabei durchläuft es die Beschichtung in einen relativ flachen Winkel und damit auf einer relativ langen Strecke. Die Beschichtung hat in der Regel gegenüber den Kern eine deutlich höhere Dämpfung.

[0017] Tritt das Licht senkrecht durch die Beschichtung und wird erst an der Oberfläche des Kerns abgelenkt, so durchläuft es eine wesentlich kürzere Wegstrecke in der Beschichtung und erfährt damit eine geringere Dämpfung. Dies wird sich auf die Leistungsbilanz des gesamten Übertragungssystems positiv aus.

[0018] Streuzentren an der Grenzflächen des lichtleitenden Kerns können vorzugsweise in einem einzigen Arbeitsgang zusammen mit der Oberfläche des Kerns gefertigt werden. So kann beispielsweise ein Streuzentrum bereits mit einem Stempel, welcher gleichzeitig die Kontur der Oberfläche formt, eingeprägt werden.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass mindestens ein Streuzentrum an vorgegebenen Positionen fixiert ist. Derartige Streuzentren sind also bereits mit dem Fertigungsprozess an bestimmten vorgegebenen Positionen gefertigt. Sie zeichnen sich durch hohe mechanische Stabilität und Robustheit aus.

[0020] In einer weiteren vorteilhaft Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Streuzentrum reversibel ausgeführt. Ein derartiges reversibles Streuzentrum kann je nach Anforderungen an den aktuellen Betriebszustand aktiviert oder deaktiviert sein. Ist an einer bestimmten Stelle das Streuzentrum aktiviert, so ist eine Ein- bzw. Auskopplung an dieser Stelle möglich, ist das Streuzentrum deaktiviert, so ist eine Ein- bzw. Auskopplung nicht mehr möglich. Damit kann die Verteilung des Lichtes von verschiedenen Sendern an verschiedene Empfänger gesteuert werden. Wird ein reversibles Streuzentrum zur Lichtumlenkung in den Kern integriert, so ist auch die Richtung des Lichtes bzw. die Strahlauflaufteilung durch das Streuzentrum steuerbar. Durch die Ausbildung mit reversiblen Streuzentren kann die Durchgangsdämpfung des gesamten Systems relativ gering gehalten werden, da tatsächlich nur an den zur Ankopplung vorgesehenen Orten eine Streuung auftritt. Somit ist das System auch für besonders ausgediente bzw. lange Lichtwellenleiter geeignet. Eine Steuerung der Streuung kann insbesondere

durch elektromagnetische Felder bzw. elektromagnetische Wellen oder auch durch Teilchen erfolgen.

[0021] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, dass mindestens ein reversibles Streuzentrum mittels eines Signals beziehungsweise durch Energiezufuhr aktiviert bzw. deaktiviert werden kann. Dadurch ergeben sich steuerbare Streuzentren, mittels deren eine aktive Steuerung des optischen Signalflusses möglich ist. So kann die Lichtzufuhr zu beziehungsweise von bestimmten Empfängern beziehungsweise Sendern gezielt gesteuert werden.

[0022] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass mindestens ein reversibles Streuzentrum beziehungsweise ein Bereich von Streuzentren derart ausgebildet ist, dass beim Anliegen eines Signals beziehungsweise bei einer Energiezufuhr eine zur Ankopplung geeignete Streuung entsteht. In diesem Falle kann durch ein externes Signal ein Streuzentrum bzw. ein Bereich von Streuzentren aktiviert werden.

[0023] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besitzt Streuzentren beziehungsweise einen Bereich aus Streuzentren, welche derart ausgebildet sind, dass sie im Ruhezustand eine zur Auskopplung geeignete Streuung aufweisen. Erst durch Anlegen eines Signals beziehungsweise durch Energiezufuhr kann die Streuung derart verringert werden, dass keine Ankopplung erfolgt. Soll bei einer solchen Ausgestaltung der Erfindung eine Ankopplung lediglich in einem begrenzte Bereich möglich sein, so ist im übrigen Teil des Lichtwellenleiters eine Energiezuführung bzw. Signallierung notwendig, um dort die Streuung zu deaktivieren.

[0024] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass zur reversiblen Ausbildung von Streuzentren ein Medium vorhanden ist, welches sich bei anlegen eines Signals beziehungsweise bei Energiezufuhr bestimmte physikalische Eigenschaften ändert. Derartige physikalische Eigenschaften sind beispielsweise Volumen, der Struktur, Inter- bzw. intramolekulare Kräfte bzw. Aggregatzustände.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist zur reversiblen Ausbildung von Streuzentren ein Medium vorhanden, in dem die Streuung insbesondere durch den photorefraktiven Effekt, den photoaddressierbaren Effekt, den Effekt der thermischen nichtlinearität bzw. den rheologischen Effekt beeinflussbar ist.

[0026] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung besteht mindestens ein Streuzentrum bzw. ein Bereich von Streuzentren aus Flüssigkristallen. Mit Flüssigkristallen lassen sich auf besonders einfache Weise steuerbare bzw. reversible Streuzentren bzw. Gitter realisieren. Hier besonders einfach durch ein Steuersignal die Orientierung der Flüssigkristalle und damit die Streuungswirkung gesteuert werden.

[0027] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Lichtwellenleiter bevorzugt aus Glas, Kunststoff oder anderen für die Lichtleitung geeignete Materialien gefertigt. Hierbei kann er insbesondere in Form einer gezogenen Faser bzw. eines gegossenen oder geätzten planaren Wellenleiterelementes ausgeführt sein.

[0028] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst der Lichtwellenleiter einen mit Flüssigkeit gefüllten Schlauch. Dieser kann Vorteilhaftweise mit Flüssigkristallen gefüllt sein.

[0029] Eine andere Ausführungsform der Erfindung ist derart gestaltet das durch die Energie eines von außen eingekoppelten Lichtes das Medium zur Ausbildung von Streuzentren derart angeregt wird, dass es an den Stellen der Einkopplung Streuzentren ausbildet. Hierbei wird also gleichzeitig im mit dem zur Signalübertragung verwendeten Licht die Ausbildung von Streuzentren angeregt. Dadurch kann

auf eine zusätzliche Lichtquelle beziehungsweise andere Energiequelle zur Anregung von Streuzentren verzichtet werden.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden Streuzentren derart angeregt bzw. aktiviert, dass ein Gitter ausgebildet wird. Dieses Gitter verbessert durch seine zusätzliche Beugung die Ankopplung des Lichtes und verringert dadurch die Durchgangsdämpfung.

[0031] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht mindestens eine Elektrode an der Stelle der Ankopplung vor, welche mit einem statischen oder wechselnden elektrischen Signal beaufschlagt wird. Diese Elektrode dient zur Signallierung bzw. Energiezufuhr, auf Grund deren die Ausbildung von Streuzentren erfolgt. Entsprechend den Anforderungen zur Ausbildung von Streuzentren mit dieser Elektrode mit einem Gleichspannungssignal zur Ausbildung eines statischen Feldes oder mit einem Wechselstromsignal bzw. einem hochfrequenten Signal zur Ausbildung eines dynamischen oder Wechselfeldes beaufschlagt.

[0032] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens eine Elektrode als ebene Platte vorgesehen. Diese kann wahlweise auch entsprechend der Kontur des Lichtwellenleiters gewölbt ausgeführt sein. Durch die Form der Elektrode wird Feldverteilung vorgegeben.

[0033] Beim Einsatz von Flüssigkristallen steuert die Feldverteilung die Ausrichtung der Kristalle. Diese kann also durch die Elektrodenform gezielt beeinflusst werden. Somit kann beispielsweise durch die Ausrichtung der Elektrode bzw. Anlegen eines geeigneten Potenzials eine bestimmte Ausrichtung der Flüssigkristalle bzw. Streuung eingestellt werden. Im Falle einer Elektrode wäre beispielsweise als Gegenelektrode der Rahmen bzw. die Montagefläche des Lichtwellenleiters anzusehen. Somit müsste das Potenzial zwischen diesen beiden aufgebaut werden. Werden zwei Platten eingesetzt, so kann das Potenzial zwischen diesen beiden angelegt werden. Insbesondere bei Ausgestaltungen, bei denen dass die Streuzentren ausbildende Material in Volumen des Kerns eingelagert sind, lassen sich auch durch mehrere Platten komplexe Feldverteilungen und damit komplexe Streueigenschaften einstellen. So wäre beispielsweise die Ausbildung einer Streuung in mehrere Richtungen gleichzeitig denkbar.

[0034] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist im Falle von bewegten Systemen mindestens eine Elektrode in Bewegungsrichtung vor Quelle bzw. Empfänger angeordnet. Durch diese Anordnung werden räumlich vor Quelle bzw. Empfänger die zur Ankopplung notwendigen Eigenschaften hergestellt. So wird am aktuellen Ort der Elektrode bzw. Elektroden durch deren Feld eine entsprechende Streuung hergestellt. Diese bleibt durch die Trägheit der Flüssigkristalle eine gewisse Zeit erhalten. Während dieser Zeit bewegen sich Quelle bzw. Empfänger über diesen Ort und sind in der Lage, optische Signale anzu-koppeln. Bevorzugterweise wird die Trägheit der Flüssigkristalle derart dimensioniert, dass bei der niedrigsten geforderten Geschwindigkeit beim überfahren von Quelle bzw. Empfänger eines zuvor auf Streuung eingestellten Ortes noch die Streuung in hinreichendem Maße vorhanden ist.

[0035] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist mindestens eine Elektrode eine Aussparung zum Durchtritt des Lichtes auf. Dadurch kann in Orten, welche den Ort der Lichteinkopplung umgeben, eine entsprechende Streuung hergestellt werden. Ist die Aussparung der Elektrode hinreichend klein, so ist auch noch unter dem Ort der Aussparung am Lichtwellenleiter ein hinreichendes elektrisches Feld zur Signallierung der Streuung vorhanden. Um ein größeres elektrisches Feld am Ort der Streuung zur Verfügung zu stellen, kann die Lichtankopplung auch

schräg durch eine Öffnung bzw. seitlich schräg erfolgen.

[0035] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens eine Elektrode aus einem Material ausgebildet, welches für das anzukoppelnde Licht eine geringe Durchgangsdämpfung aufweist. Dadurch kann die Lichtankopplung unmittelbar durch die Elektrode hindurch erfolgen. Dies ermöglicht eine von der Lichtankopplung vollkommen unabhängige Steuerung des elektrischen Feldes.

[0036] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung besitzt mindestens eine Beschichtung reflektierende Eigenschaften. Damit wird zur Führung des Lichtes im Kern eine Reflexion an dem Beschichtungsmaterial benutzt.

[0037] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung besitzt mindestens eine Beschichtung, welche gegenüber dem Kern einen unterschiedlichen Brechungsindex aufweist. Hierdurch wird die Lichtführung im Kern durch Totalreflexion des Lichtes an der Grenzfläche zwischen Kern und Beschichtung ermöglicht. Die Beschichtung kann beispielsweise im Fall eines Kunststoff-Kerns aus einem anderen Kunststoffmaterial mit anderem Brechungsindex bestehen. Selbstverständlich kann die Beschichtung auch ein Gradientenprofil des Brechungsindex aufweisen.

[0038] Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zur Ankopplung von mindestens einer Quelle zur Aussendung von Licht und mindestens einem Empfänger zum Empfang von Licht an mindestens einen Lichtleiter. Dabei umfasst dieser Lichtleiter einen lichtleitenden Kern, der mit Beschichtungen versehen ist, die zu einer Reflexion des im lichtleitenden Kern geführten Lichtes führen. Die Ankopplung erfolgt durch mindestens ein Mittel zur Ankopplung von Quelle bzw. Empfänger an den Lichtleiter unter Verwendung mindestens eines Streuzentrums zur Umlenkung des Lichtes durch Streuung.

#### Beschreibung der Zeichnungen

[0039] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

[0040] Fig. 1 Allgemeine Ausführungsform der Erfindung  
[0041] Fig. 2 Konfiguration von Datenübertragungssystemen

[0042] Fig. 3 Konfiguration, bei der Streuzentren ohne Anregung vorhanden sind

[0043] Fig. 4 Unterschiedliche Arten der Anregung bzw. Signaleinkopplung

[0044] Fig. 5 Anordnung mit einer ebenen Elektrode

[0045] Fig. 6 Anordnung mit einer gekrümmten Elektrode

[0046] Fig. 7 Anordnung mit zwei Elektroden

[0047] Fig. 8 Dem Ort der Ankopplung voreilende Elektrode

[0048] In Fig. 1 ist in allgemeiner Form eine erfindungsgemäße Anordnung dargestellt. Ein Lichtwellenleiter (3) führt Licht (6), welches sich in diesem mit nur geringe Dämpfung ausbreiten kann. Dieser Lichtwellenleiter enthält in einem lokal begrenzten Bereich (5) Streuzentren (7). An diesen Streuzentren wird einerseits das sich in dem Lichtwellenleiter ausbreitende Licht (6) gestreut, so dass das Streulicht sich in alle Richtungen ausbreitet. Damit tritt ein Teil der Streulicht auch aus dem Lichtwellenleiter aus. Ebenso kann Licht (8) von einer externen Lichtquelle auf den Lichtwellenleiter strahlen. Trifft dieses Licht auf die Streuzentren, so wird es ebenso in alle Richtungen gestreut. Ein Teil des Lichts (4) wird in Längsrichtung des Lichtwellenleiters gestreut und kann so in diesem geführt werden. Im Falle einer Ausführung mit steuerbaren Streuzentren wird

zusätzliche Energie (1) über eine optionale Blende (2) zur Steuerung der Streuzentren zugeführt. Die Aufgabe der Blende besteht hier in einer exakt definierten Begrenzung der Bestrahlung des Lichtwellenleiters, so dass die Streuzentren nur in einem exakt definierten Gebiet entstehen.

[0049] Fig. 2 zeigt die typische Konfiguration eines Datenübertragungssystems. Der obere Teil der Abbildung zeigt die Einkopplung von Licht in den Lichtwellenleiter an einer beliebigen Position des Lichtwellenleiters und die Auskopplung an einem Ende des Lichtwellenleiters.

Hier wird von einem Sender (12) Licht (8) in Richtung des Lichtwellenleiters emittiert. Durch zusätzliche Energie (1) werden an dieser Stelle Streuzentren aktiviert. Ein Teil des Lichts des Senders wird nun daran derart gestreut dass es in dem Lichtwellenleiter (3) bis zum Empfänger (13) an einem Ende des Lichtwellenleiters geführt werden kann. Analog hierzu funktioniert die Lichtübertragung in der entgegengesetzten Richtung, die beispielhaft im unteren Teil der Abbildung dargestellt ist. Ein Sender (10) speist Licht (9) an einem Ende des Lichtwellenleiters (3) ein. Dieses Licht wird an Streuzentren, welche durch zusätzliche Energie (1) angeregt werden ausgetrennt und vom Empfänger (11) ausgewertet.

[0050] Fig. 3 zeigt eine alternative Konfiguration für den Fall, dass Streuzentren ohne Anregung mit zusätzlicher Energie vorhanden sind. Hier sind in dem durch die Blende (2) von der anregenden Energie (1) abgeschatteten Bereich (5) Streuzentren vorhanden. Der Rest des Lichtwellenleiters (3) wird mit der anregenden Energie bestrahlt, was dazu führt, dass die Streuzentren verschwinden und er die normalen Eigenschaften eines Lichtwellenleiters besitzt.

[0051] Fig. 4 veranschaulicht unterschiedliche Arten der Energie- bzw. Signaleinkopplung beispielhaft im Falle der Signaleinspeisung an beliebiger Stelle des Lichtwellenleiters. Selbstverständlich sind die Mechanismen analog auf

35 eine Signalauskopplung an beliebiger Stelle des Lichtwellenleiters anwendbar. In der obersten Abbildung wird das Signal hoher Leistung (41) in den Lichtwellenleiter (3) eingekoppelt. Die Leistung des Signals ist hier so hoch gewählt, dass am Ort der Einstrahlung in den Lichtwellenleiter 40 Streuzentren entstehen, welche wiederum ein Teil des Signals in Ausbreitungsrichtung des Lichtwellenleiters in diesen einkoppeln. Die mittlere Abbildung zeigt den bevorzugten Anwendungsfall, bei dem das Datensignal (1) und die anregende bzw. steuernde Energie (8) der Streuzentren von getrennten Quellen in den Lichtwellenleiter (3) eingekoppelt werden.

[0052] Die unterste Abbildung zeigt den Fall, dass eine andere Energieform als Licht, beispielsweise ionisierende Strahlung (42) zur Erzeugung von Streuzentren in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird. Zur Informationsübertragung wird hier wieder moduliertes Licht (8) im Bereich der Streuzentren eingekoppelt.

[0053] In Fig. 5 ist beispielhaft eine Anordnung mit einer ebenen Elektrode dargestellt. Ein Lichtwellenleiter (3) ist auf einer Halterung (14) befestigt. Ein elektrisches Feld zur Steuerung der reversiblen Streuzentren wird zwischen einer Elektrode (15) und der Halterung erzeugt.

[0054] In Fig. 6 ist beispielhaft eine Anordnung mit einer gewölbten Elektrode dargestellt. Ein Lichtwellenleiter (3) ist auf einer Halterung (14) befestigt. Ein elektrisches Feld zur Steuerung der reversiblen Streuzentren wird zwischen einer gewölbten Elektrode (15) und der Halterung erzeugt. Durch die Form der Elektrode kann die Feldverteilung exakt eingestellt werden.

[0055] In Fig. 7 ist beispielhaft eine Anordnung mit zwei Elektroden dargestellt. Ein Lichtwellenleiter (3) ist auf einer Halterung (14) befestigt. Ein elektrisches Feld zur Steuerung der reversiblen Streuzentren wird zwischen einer er-

sten Elektrode (15a) und einer zweiten Elektrode (15b) erzeugt. In dieser Ausgestaltung kann die Halterung aus beliebigen Material sein, sie ist jedoch bevorzugt aus einem nichtleitenden Material, um die Feldverteilung zwischen den Elektroden möglichst wenig zu beeinflussen. Auch hier kann durch die Form der Elektrode kann die Feldverteilung exakt eingestellt werden.

[0056] In Fig. 8 beispielhaft Fall einer kontinuierlich gegenüber dem Lichtwellenleiter bewegten Ankopplungsstelle gezeigt. Eine Elektrode (15) wird zusammen mit einer Lichtquelle, welche eine in den Lichtwellenleiter (3) einzukoppelnde Strahlung (1) erzeugt entlang des Lichtwellenleiters in Richtung des Pfeils (16) bewegt. In dieser schematischen Darstellung ist nur eine Elektrode dargestellt. Auf die Darstellung eine Gegenelektrode in Form einer Halterung oder mindestens einer weiteren Elektrode wurde hier aus Gründen der Anschaulichkeit verzichtet. Auf Grund des elektrischen Feldes unter der Elektrode (15) bilden sich unter dieser Elektrode Streuzentren aus. Durch die Trägheit der Flüssigkristalle bleiben diese Streuzentren eine gewisse Zeit bestehen. Mit sich nun auf Grund der kontinuierlichen Bewegung die Lichtquelle und damit auch der Ort der Ankopplung fortbewegen, so bleiben diese kontinuierlich in einem Bereich, in dem zwar kein elektrisches Feld mehr besteht, aber auf Grund der Trägheit der Flüssigkristalle noch Streuzentren vorhanden sind. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass die Elektrode bzw. die Elektroden weitestgehend frei gestaltet werden können, ohne auf die Belange der Lichteinkopplung Rücksicht nehmen zu müssen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Übertragung optischer Signale umfassend mindestens einen Lichtwellenleiter aus einem lichtleitenden Kern, welcher mit mindestens einer Beschichtung versehen ist, die zu einer Reflexion des im lichtleitenden Kern geführten Lichtes führen und mindestens eine Quelle zur Aussendung von Licht, mindestens einen Empfänger zum Empfang von Licht, mindestens ein Mittel zur Ankopplung von Quelle bzw. Empfänger an den Lichtleiter, dadurch gekennzeichnet, dass das bzw. die Mittel zur Ankopplung Streuzentren zur Umlenkung des Lichtes mittels Streuung umfassen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bereich mit Streuzentren in der Beschichtung vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bereich mit Streuzentren an der Oberfläche der Beschichtung vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bereich mit Streuzentren im Kern vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bereich mit Streuzentren an der Oberfläche des Kerns vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Streuzentrum an vorgegebenen Positionen fixiert ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Streuzentrum reversibel ausgeführt ist und mittels eines Signals bzw. durch Energiezufuhr insbesondere durch elektromagnetische Felder bzw. Wellen oder auch Teilchen aktiviert bzw. deaktiviert werden kann.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bereich zur reversiblen Ausbildung von Streuzentren ausgebildet ist, wobei die Ausbildung von Streuzentren mittels eines Signals bzw. durch Energiezufuhr aktiviert bzw. deaktiviert werden kann.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bereich zur reversiblen Ausbildung von Streuzentren derart ausgebildet ist, dass beim Anlegen eines Signals bzw. bei Energiezufuhr eine zur Ankopplung geeignete Streuung entsteht.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bereich zur reversiblen Ausbildung von Streuzentren derart ausgebildet ist, dass im Ruhezustand eine zur Ankopplung geeignete Streuung entsteht und diese durch Anlegen eines Signals bzw. bei Energiezufuhr derart verringert wird, dass keine Ankopplung mehr erfolgt.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur reversiblen Ausbildung von Streuzentren ein Medium vorhanden ist, in dem Änderungen des Volumens, der Struktur, Inter- bzw. intramolekulare Kräfte bzw. Aggregatzustände die Streuzentren beeinflussen.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur reversiblen Ausbildung von Streuzentren ein Medium vorhanden ist, in dem die Streuung insbesondere durch den photorefraktiven Effekt, den photoaddressierbaren Effekt, den Effekt der thermischen nichtlinearität bzw. den rheologischen Effekt beeinflussbar ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Streuzentrum beziehungsweise ein Bereich der Streuzentren Flüssigkristalle umfasst.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtwellenleiter vorzugsweise aus Glas, Kunststoff oder anderen für die Lichtleitung geeigneten Materialien besteht und vorzugsweise als gezogene Faser, gegossenes oder geätztes planares Wellenleiterelement ausgeführt ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtwellenleiter einen mit Flüssigkeit gefüllten Schlauch umfasst.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Energie eines von außen eingekoppelten Lichtes das Medium zur Ausbildung von Streuzentren derart angeregt wird, dass es an den Stellen der Einkopplung Streuzentren ausbildet.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Streuzentren derart ausgebildet bzw. aktiviert wird, dass ein Gitter, welches eine zusätzliche Beugung des anzukoppeln Lichtes hervorruft ausgebildet wird.

18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Elektrode, welche mit einem statischen oder wechselnden elektrischen Signal beaufschlagt wird, an einer Stelle zu Ankopplung vorgesehen ist.

19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Elektrode als ebene Platte oder entsprechend der Kontur des Lichtwellenleiters gewölbt ausgeführt ist.

20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei bewegten Systemen mindestens eine Elektrode in Bewegungsrichtung vor Quelle bzw. Empfänger angeordnet ist, so dass an jeder Stelle des Lichtwellenleiters die zu Ankopplung notwendigen Eigenschaften hergestellt werden, vor Quelle bzw. Empfänger die entsprechenden Stelle erreichen und die Trägheit der Flüssigkristalle derart dimensioniert ist, dass diese beim Erreichen von Quelle bzw. Empfänger noch die zur Ankopplung notwendigen Eigenschaften aufweisen. 5
21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Elektrode eine Aussparung zum Durchtritt des Lichtes aufweist. 10
22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Elektrode aus einem Material ausgebildet ist, welches beim Durchtritt von Licht einer zu übertragenden Wellenlänge eine geringe Dämpfung aufweist. 15
23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Beschichtung reflektierende Eigenschaften aufweist. 20
24. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Beschichtung einen gegenüber den Kern unterschiedlichen Brechungsindex aufweist. 25
25. Verfahren zur Ankopplung von mindestens einer Quelle zur Aussendung von Licht und mindestens einen Empfänger zum Empfang von Licht an mindestens einen Lichtwellenleiter aus einem lichtleitenden Kern, der mit Beschichtungen versehen ist, die zu einer Reflexion des im lichtleitenden Kern geführten Lichtes führen, durch mindestens ein Mittel zur Ankopplung von Quelle bzw. Empfänger an den Lichtleiter, unter Verwendung mindestens eines Streuzentrums zur Umleitung des Lichtes durch Streuung. 30 35

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

Fig. 1:

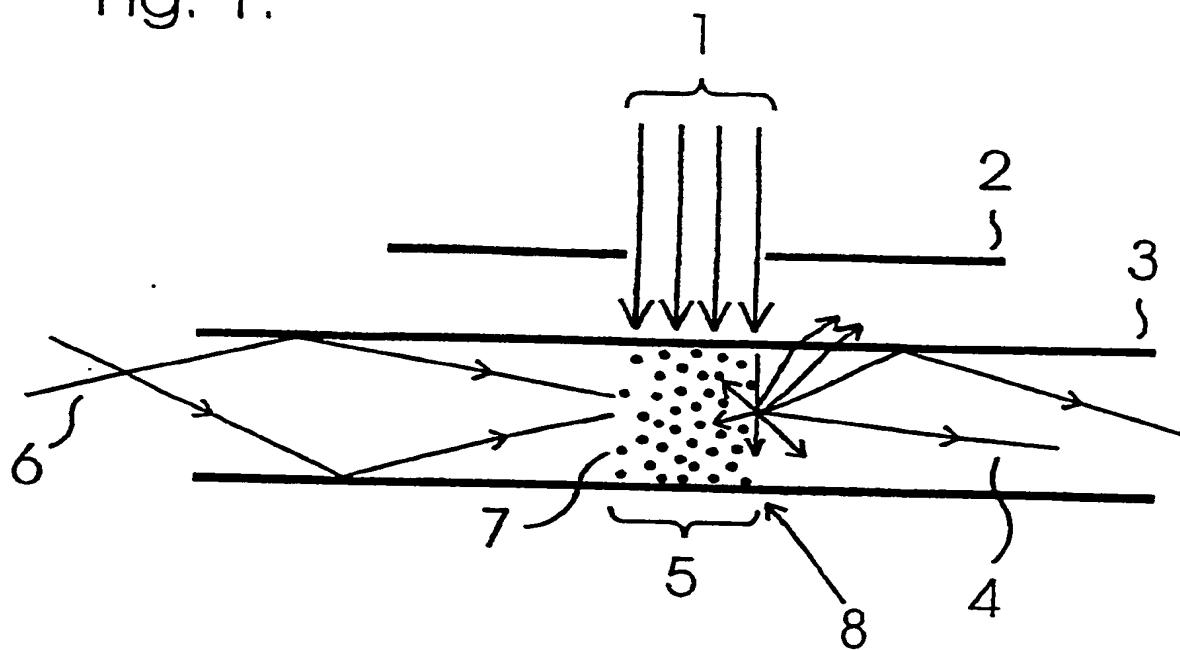


Fig. 2:

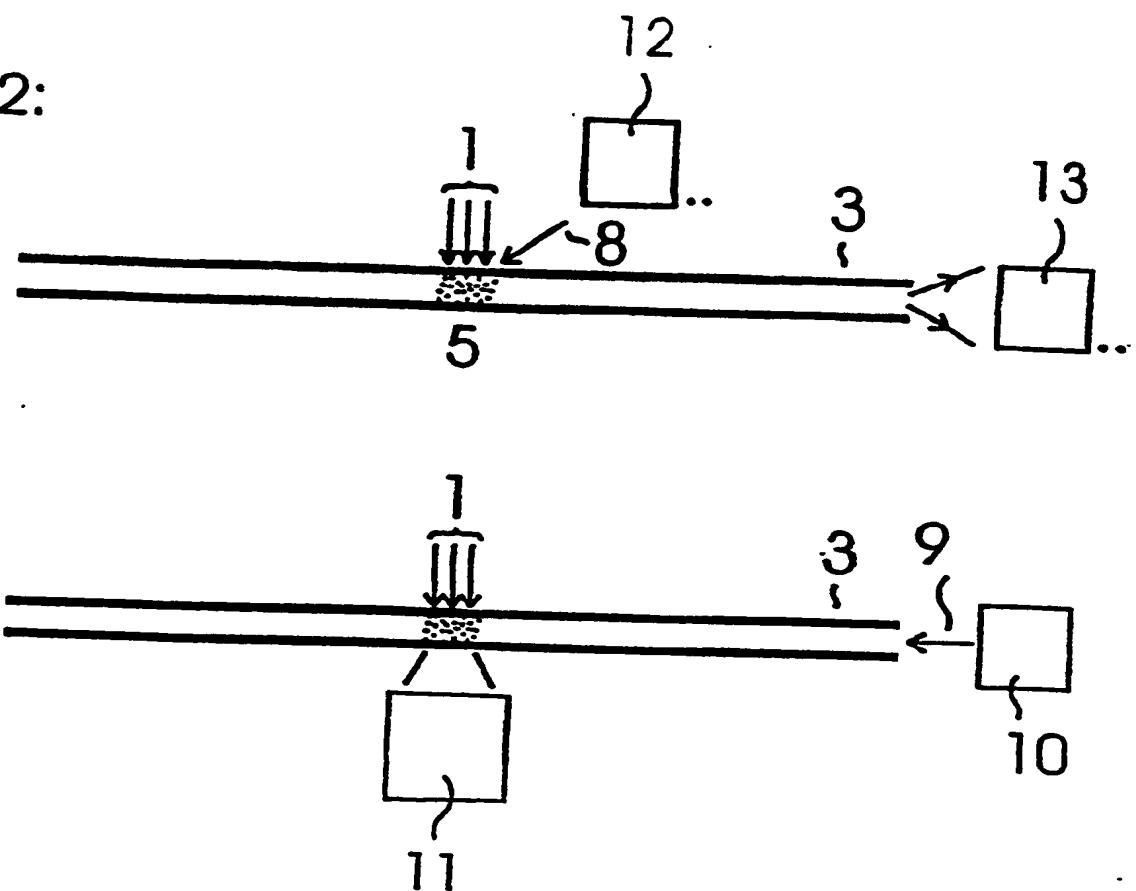


Fig. 3:

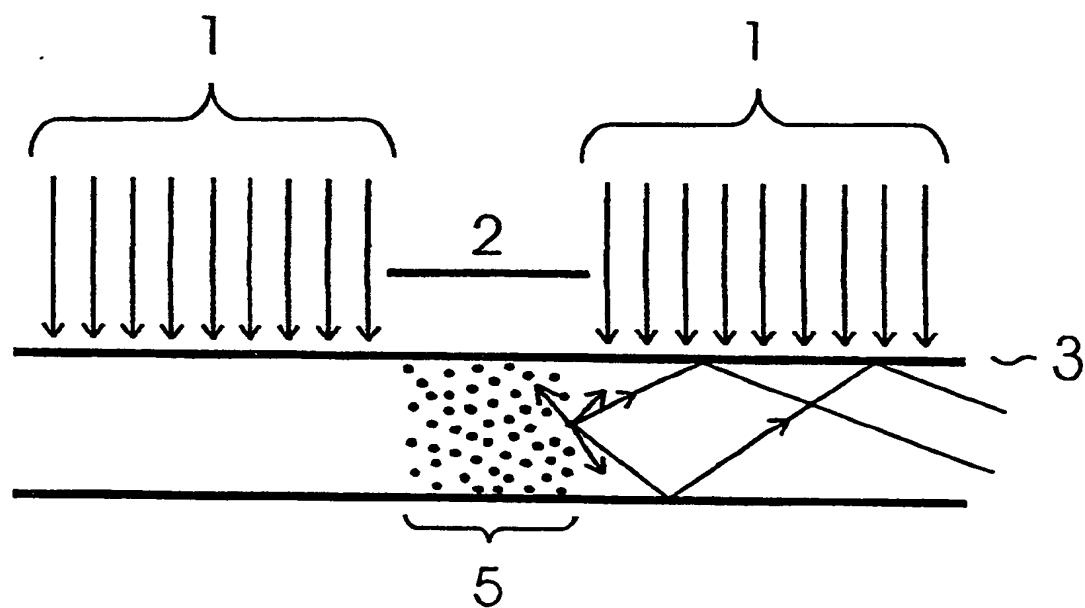


Fig. 4:

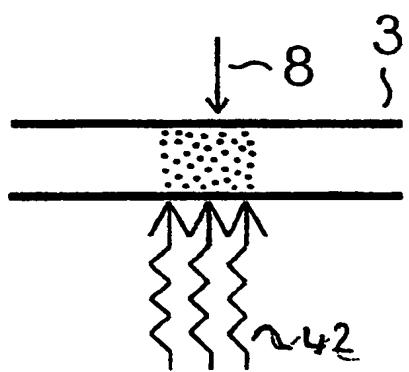
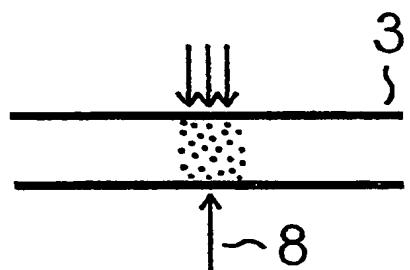
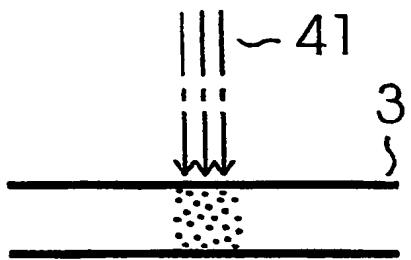


Fig. 5:

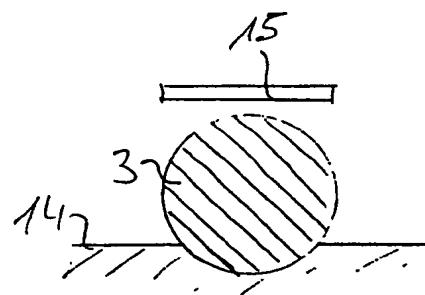


Fig. 6:

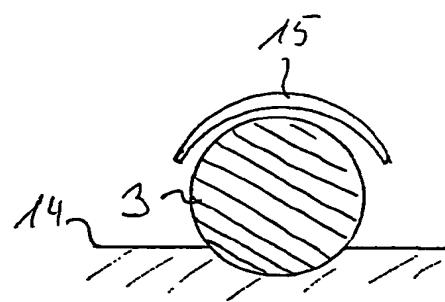


Fig. 7:

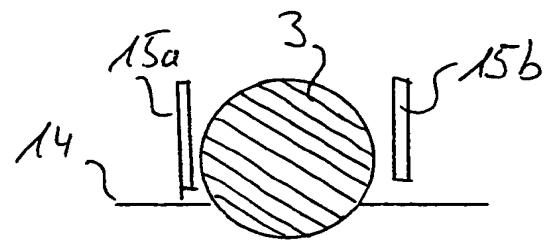


Fig. 8:

